

LA V DE GOWIN COMO MEDIADORA EN EL DESARROLLO DE LA FORMACIÓN INVESTIGATIVA

Gowin V as mediator in the development of investigative training

Recibido: 2 de noviembre de 2013 • Aprobado: 9 de diciembre de 2013

Zoraida Morantes*
Xiomara Arrieta**
Marianela Nava***

RESUMEN

Diversas investigaciones exponen las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales, por lo que se buscan propuestas metodológicas que faciliten la práctica educativa en los laboratorios, la producción de conocimientos y el desarrollo de competencias en los estudiantes. Esta investigación tiene por objetivo presentar el diseño y la evaluación de una situación didáctica basada en la herramienta heurística V de Gowin como mediadora del aprendizaje experimental, orientada al desarrollo de la formación investigativa y el aprendizaje significativo de los estudiantes que cursan el Laboratorio de Física III de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. La metodología de enseñanza, desde un enfoque epistemológico e investigativo, está centrada en las teorías de Ausubel y en sus diversas visiones humanista, social y crítica, complementada con las teorías de Vygotsky y Johnson y Johnson. Los resultados revelan el predominio de los aprendizajes

* Magister Scientiarum en Física Aplicada. Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Venezuela. Correo electrónico: moranteszoraida@gmail.com

** Posdoctorado en Ciencias Humanas. Centro de Estudios Matemáticos y Físicos, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Venezuela. Correo electrónico: xarrieta2410@yahoo.com

*** Doctora en Ciencias de la Educación. Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Venezuela. Correo electrónico: marianelanava@gmail.com

subordinados y superordenados, evidenciados mediante los procesos simultáneos de diferenciación progresiva y reconciliación integrativa, así como la presencia del tipo combinatorio, observándose que la mayoría de los grupos lograron articular en forma efectiva el dominio conceptual con el dominio metodológico, posibilitando la construcción y transferencia de los conocimientos relacionados con la práctica por evaluar, así como el fomento de algunas habilidades investigativas enmarcadas en el perfil de habilidades propuesto.

Palabras clave: *formación investigativa, aprendizaje significativo, V de Gowin, aprendizaje experimental, perfil de habilidades.*

ABSTRACT

Diverse investigations expose the difficulties that they present in the teaching and learning of the experimental sciences, by what methodological proposals that facilitate the educational practice in the laboratories, the production of knowledge and the development of competitions in the students. The research has as objective to present the design and evaluation of a didactic situation based on Gowin V heuristic tool as a mediator of the experimental learning, oriented to the development of the investigative training and significant learning of the students in the Physics Laboratory III course of the Faculty of Engineering of Universidad del Zulia. The teaching methodology, under an epistemological and investigative approach, is centered on the Ausubel theories and its diverse humanist, social and critical visions, complemented with Vygotsky and Johnson y Johnson theories. The results reveal the domain of the subordinate and superordinate learnings, evidenced by the simultaneous processes of progressive differentiation and integrative reconciliation, as well as the presence of the combinatorial type, showing that most of the groups managed to articulate in an effective manner the conceptual domain with the methodological domain, making possible the construction and transfer of related knowledge with the practice to be evaluated, as well as the promotion of some investigative skills in the proposed abilities profile.

Keywords: *Investigative training, significant learning, Gowin V, experimental learning, ability profile.*

Introducción

La literatura científica muestra una gran variedad de investigaciones focalizadas en mejorar el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, generándose continuamente propuestas metodológicas que faciliten la práctica educativa en los laboratorios de ciencias, la producción de conocimientos y el desarrollo de competencias en los estudiantes.

En este sentido, algunas de ellas orientan las prácticas de laboratorio bajo una modalidad de investigación dirigida la cual concibe a los estudiantes como investigadores noveles y al profesor como experto capaz de dirigir los trabajos de los estudiantes, con una mayor aproximación a una investigación científica, lo que le permite al estudiante indagar y reconstruir los conocimientos científicos, integrando la teoría, la práctica y los problemas, promoviendo en consecuencia el protagonismo en la construcción de sus saberes (Gil, 1993; Gil y Valdés, 1996). Por otro lado, con la finalidad de clarificar la naturaleza y los objetivos del trabajo de laboratorio, Novak y Gowin (1988) introducen los mapas conceptuales y la V de Gowin desarrollando la enseñanza experimental desde un enfoque epistemológico, integrando la práctica con la teoría. Es de resaltar que desde ambos enfoques se aborda la resolución de problemas mediante un trabajo de investigación abierto, dentro del alcance de los estudiantes, involucra al aprendiz en los procesos propios de la actividad científica.

De igual manera, se establecen ambientes de aprendizaje oportunos para el trabajo grupal e individual, los cuales propician el desarrollo de competencias en estudiantes de ingenie-

ría, mediante su hacer en el aula de clases, fomentando la actividad autónoma de los aprendices e intentando promover actitudes propias de los científicos, con orientaciones didácticas dirigidas a integrar los saberes ser, conocer, hacer y convivir, brindando a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones, habilidades cognitivo-lingüísticas, respeto, valoración de las ciencias, actividades orientadas a explorar, identificar situaciones, proponer procedimientos experimentales en respuesta a las preguntas, objetivos e hipótesis de investigación planteadas, elaborar explicaciones, elaborar conclusiones, entre otras (Gil y Valdés, 1996; De Pro, 1998; Pozo y Gómez, 2000; Arrieta, 2003; Flores, Cabañero y Moreira, 2009; Barolli, Laburú y Marcela, 2010; Silva, 2011).

Dada la direccionalidad del presente estudio y los roles asignados a los trabajos de laboratorio, se destaca la necesidad, la responsabilidad y la posibilidad de concebir la formación investigativa de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería, así como explorar el ámbito desde la enseñanza y el aprendizaje de la física experimental en respuesta a

1) El proceso de los cambios curriculares que se están ejecutando en la Universidad del Zulia, que involucra el desarrollo dentro de sus competencias genéricas la investigación (Comisión Central de Currículo, 2007) y

2) A una praxis educativa desarrollada en los laboratorios de física, que no ha sido necesariamente coherente con el potencial didáctico que estos pudieran brindar, manifestada en el desarrollo y reduccionismo de unas prácticas de laboratorio limitadas al conocimiento y a

la demostración de leyes y fórmulas con intenciones investigativas en forma arbitraria, sin objetivos y estrategias definidas para este fin.

Desde esta óptica, se propone el diseño y evaluación de una situación didáctica basada en la herramienta heurística V de Gowin como mediadora del aprendizaje experimental, orientada al desarrollo de una formación investigativa con planeación y propósitos bien definidos, contextualizada, con compromiso y predisposición para aprender significativamente por parte de los estudiantes, estimulando y fomentando la comprensión, transferencia, capacidad de explicar, describir el conocimiento adquirido, así como el espíritu creativo y la investigación científica en nuestros aprendices, desarrollando su capacidad de respuesta ante una variedad de situaciones problema de índole personal, académico y profesional.

Fundamentación teórica

La presente investigación centra su análisis en el aprendizaje significativo (Ausubel, 1976; Moreira, 2009, 2010, 2013), con elementos referenciales de Vygotsky (1979), mediante la intervención de los conceptos de la zona de desarrollo próximo, la diferenciación entre los conceptos cotidianos y científicos, y la influencia de un intercambio social asociado con el aprendizaje y el aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 1979), siguiendo los enfoques epistemológico (Novak, y Gowin, 1988) e investigativo (Gil y Valdés, 1996).

Aprendizaje significativo

Desde la perspectiva de Ausubel (1976), lo que el aprendiz ya sabe es considerado el factor más importante que afecta el aprendizaje,

y se concibe el aprendizaje significativo como un proceso de construcción de nuevos conocimientos a partir de los conocimientos previos, cuya interacción debe ser de manera no arbitraria y sustantiva, mediante el uso de un material potencialmente significativo, relacionable con la estructura cognitiva del que aprende, con disposición de este para aprender. Según Moreira (2009), la incorporación sustantiva, no arbitraria, con significado, implica comprensión, transferencia, capacidad de explicar, describir y enfrentar situaciones nuevas.

Si se utiliza como criterio la organización jerárquica de la estructura cognitiva, el aprendizaje significativo puede ser subordinado, superordenado (entendido también como supraordinado) o combinatorio.

En el aprendizaje subordinado se va de los conceptos más generales a los más específicos, por medio de un proceso de diferenciación progresiva, el cual da lugar a la existencia de varias subclases de conceptos, pero sin que este sufra ninguna modificación; es el caso de la inclusión derivativa; si la diferenciación modifica a su vez el significado del concepto inclusor, se produce una inclusión correlativa. En el aprendizaje superordenado se va de los conceptos más específicos a los conceptos más generales e inclusivos, por medio de un proceso de reconciliación integradora que da lugar a la aparición de un nuevo concepto más general o supraordinado.

En la figura 1 se representan los procesos de diferenciación conceptual progresiva y de la reconciliación integrativa, asociados con los tipos de aprendizaje descritos. Las líneas más claras sugieren la dirección que se recomienda para la diferenciación progresiva de

conceptos. Las líneas más fuertes indican la reconciliación integrativa desde la óptica de Moreira (2009); para alcanzarla de manera más eficaz, se debe descender de los conceptos generales a los particulares y subir otra vez hasta los generales.

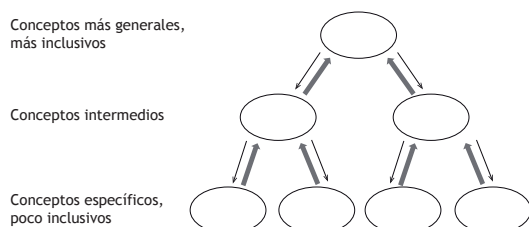


Figura 1. Representación del modelo ausubeliano de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integrativa

Fuente: Moreira (2009).

En el aprendizaje combinatorio se establece relación con ideas pertinentes en el mismo nivel de abstracción. En este tipo de aprendizaje, la adquisición significativa del nuevo conocimiento implica interacción con los ya existentes en la estructura cognitiva, los cuales no son ni más inclusivos ni más específicos que los conocimientos originales; en otras palabras, tienen algunos atributos criterios, algunos significados comunes a ellos, pero no los subordina ni superordena (Ausubel, 1976; Moreira, 2010, 2013).

La formación investigativa

El trabajo desarrollado se focaliza en una metodología de enseñanza y aprendizaje dirigida a la formación investigativa de los estudiantes desde un laboratorio de ciencias, destacando la necesidad de una praxis educativa consignada a la adquisición progresiva de un conjunto de habilidades investigativas, lo cual representa para el docente el desafío de

generar contextos de aprendizaje, estrategias, actividades y el ambiente de trabajo más adecuado para el logro de estas habilidades.

Desde la perspectiva de Moreno (2005), la formación investigativa está dirigida a alcanzar un mejor desempeño en la práctica profesional del sujeto en formación como herramienta para comprender y aplicar productos de investigación, o bien como mediación para internalizar estructuras de pensamiento y acción que le permitan resolver problemas y lograr mejores desempeños en la vida cotidiana.

Por su parte, Guerrero (2007) define *formación para la investigación* como el conjunto de acciones orientadas a favorecer la apropiación y el desarrollo de los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarias para que tanto estudiantes como docentes puedan desempeñar con éxito actividades productivas asociadas a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, ya sea en el sector académico o en el productivo.

Desde la óptica de Jiménez (2006), la formación investigativa puede ser entendida como aquella que desarrolla la cultura científica y el pensamiento crítico y autónomo que permite en los estudiantes y docentes acceder a los nuevos desarrollos del conocimiento, y corresponde al conjunto de actividades y de ambientes de trabajo orientados al desarrollo de competencias para la búsqueda, análisis y sistematización del conocimiento, así como a la apropiación de técnicas, métodos y protocolos propios de la actividad investigativa.

A partir de lo anterior se propone conceptualizar la formación investigativa como el proceso que involucra un conjunto de actividades

y ambientes de trabajo, generados con el fin de favorecer la apropiación y el desarrollo de habilidades investigativas, estructuradas en un perfil, atendiendo a su naturaleza, grado de complejidad y a los saberes ser, hacer, conocer y convivir. Todo ello para la comprensión, transferencia y construcción del conocimiento científico, la internalización de estructuras de pensamiento y acción que les permitan a los estudiantes resolver problemas y mejorar su desempeño en la vida cotidiana.

En este sentido, se establece un perfil de habilidades investigativas de construcción conceptual, procedimental y actitudinal por desarrollar desde el Laboratorio de Física, propuesto por el grupo de investigadores del proyecto CH-0583-10, financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (Condes), titulado “Estrategia didáctica para el desarrollo de la competencia de investigación en los estudiantes del Laboratorio de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia”. Para la construcción del perfil se consideraron las taxonomías De Pro (1998), Pozo y Gómez (2000), Moreno (2005), Fernández (2006), Rivera et al. (2009), Tenaglia *et al.* (2011), Tobón (2010) y los lineamientos de la Comisión Central de Currículo de la Universidad del Zulia (2007). Las habilidades fueron identificadas y puestas a discusión y crítica, considerando una revisión documental lo más amplia posible, la cual aportó importantes elementos para clarificar, clasificar y conceptualizar las diversas habilidades seleccionadas por el equipo de trabajo de investigación.

La V de Gowin como mediador en el aprendizaje experimental

El diagrama V de Gowin es un recurso diseñado para ayudar a los estudiantes y profesores a captar el significado de los materiales que se van a aprender (Novak y Gowin, 1988). Es un método que permite entender la estructura del conocimiento y el modo en que aquel se produce. Por ser una ayuda visual permite la comprensión global de todo el proceso que se sigue durante una investigación. Puede ser usada para 1) establecer conexión entre la teoría y el laboratorio, 2) orientar la planificación de investigaciones científicas y 3) presentar trabajos científicos o reportes de laboratorio.

Su aplicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje ha permitido superar las deficiencias metodológicas en la instrucción de los laboratorios de ciencias, permitiendo una articulación del pensar con el hacer, integrando el dominio conceptual con el dominio metodológico.

Los elementos básicos propuestos para el diagrama V simplificado son los que se muestran en la figura 2. En la base de la V se ubican los acontecimientos u objetos, fenómenos de interés sobre los cuales se formulan preguntas clave. El lado izquierdo se refiere al aspecto conceptual de la producción de conocimiento (conceptos, constructos, principios, sistemas conceptuales, teorías, etc.), mientras el lado derecho se relaciona con los elementos metodológicos de esa producción: registros, datos, transformaciones, afirmaciones de conocimiento (relativas al conocimiento producido) y de valor (referentes al valor del conocimiento generado).

Para promover el aprendizaje significativo de los contenidos del Curso de Laboratorio de Física III, y fomentar el desarrollo de habilidades investigativas, se propone incluir como elementos de la V los objetivos de investigación por desarrollar en los trabajos de laboratorio, las hipótesis, las variables, las referencias bibliográficas y los apéndices (figura 3).

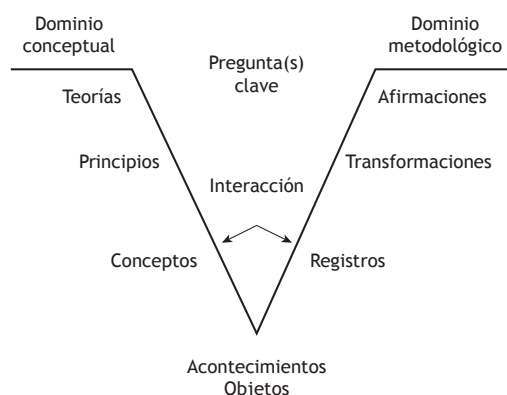


Figura 2. La V epistemológica de Gowin simplificada

Fuente: Escudero y Moreira (1999).

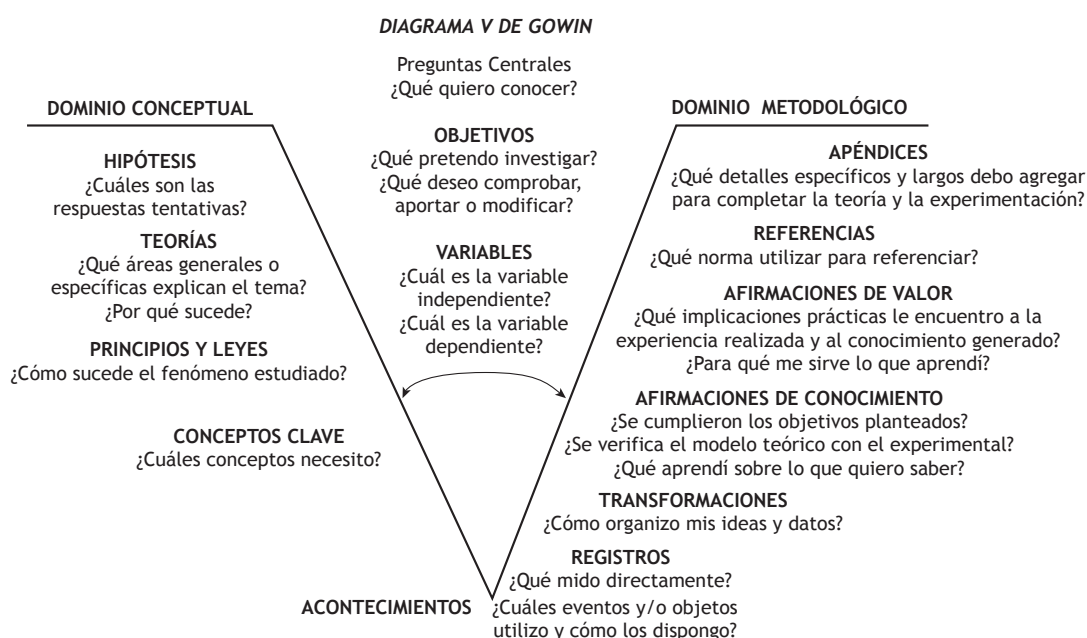


Figura 3. Diagrama de V de Gowin de la propuesta

Fuente: Grupo de Investigación Condes CH-0583-10

Sirviéndonos de la ayuda visual que ofrece la V de Gowin, fueron incorporados en la parte central de la V los objetivos y las variables, para ayudar a enfocar juntamente con la pregunta de investigación el propósito, la búsqueda de información sobre los acontecimientos por estudiar, precisar los eventos (características, situaciones, hechos, comportamientos), las unidades

de estudio, el contexto, así como las acciones por desarrollar, ubicando a los estudiantes en el “para qué” de la investigación por desplegar durante el trabajo de laboratorio.

Las hipótesis como respuestas tentativas a la situación problema planteada y como elementos básicos para orientar la elaboración de diseños experimentales en el desarrollo de los trabajos de laboratorio fueron incorporadas en el lado izquierdo de la V, para facilitar el proceso de asociación entre las preguntas centrales, los objetivos, la fundamentación teórica, las variables de estudio y las afirmaciones de conocimiento o conclusiones.

Las referencias bibliográficas y los anexos se incluyeron en el lado derecho de la V con el propósito de completar la secuencia por seguir en la praxis investigativa del Laboratorio de Física y familiarizar a los estudiantes con el uso de diversas fuentes de investigación, normas de publicación, así como orientar a los aprendices en la manera de incluir las actividades de investigación propuestas en la guía de laboratorio, y los desarrollos muy extensos y necesarios de los modelos teóricos, físicos, matemáticos, que facilitan la comprensión del acontecimiento estudiado.

Dado que la construcción de la V es en formato digital, los estudiantes acceden desde el diagrama a la información de cada elemento de la V mediante hipervínculos, teniendo presente la constante interacción entre el dominio conceptual y el metodológico; dicha interacción es necesaria para que se llegue a las respuestas derivadas de la formulación de las preguntas, relacionadas con el fenómeno de interés.

Metodología

La investigación realizada es de tipo evaluativo, con la finalidad de conocer el efecto de la propuesta de enseñanza en el aprendizaje significativo de los conceptos físicos relacionados con las ondas mecánicas y electromagnéticas y el desarrollo de habilidades de carácter investigativo en los estudiantes del Curso de Laboratorio de Física III de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, en el segundo periodo de 2012. La propuesta se desarrolla mediante un diseño de investigación mixto, evolutivo contemporáneo, desplegada a través de fuentes documentales y un estudio de campo aplicado en el lapso de 6 semanas.

La metodología de enseñanza está centrada en el uso de la técnica heurística V de Gowin como una estrategia de aprendizaje y evaluación, que involucra los elementos implicados en el proceso de construcción de conocimientos, aplicando como técnicas docentes complementarias la investigación dirigida en equipo, la resolución de problemas y el aprendizaje cooperativo. Se trabajó con una población igual a la muestra, conformada por 25 estudiantes, distribuida en 6 grupos.

Metodología de enseñanza

La metodología de enseñanza comprendió una clase introductoria al diagrama V como técnica heurística para reportar las prácticas de laboratorio; para tales fines, se les entregó a los estudiantes unas guías metodológicas llamadas “Aprender a aprender en Power-Point”. Mediante este material, se describen todos los elementos de la V, su origen, se presentan algunos ejemplos digitales para la

resolución de problemas en física y el desarrollo de trabajos. Para el cierre de esta fase, se pide construir en conjunto una V relacionada con una experiencia de laboratorio ya realizada, con la participación y discusión de todos los estudiantes mediada por el profesor.

Durante la situación didáctica, los estudiantes construyeron por grupos dos V de Gowin para reportar las actividades de laboratorio. Siguiendo un cronograma previamente establecido, los aprendices desarrollan la práctica I en dos partes. Práctica IA: Ondas mecánicas transversales (semana 2) y Práctica IB: Ondas mecánicas longitudinales (semana 3). En la semana 4, Práctica II: Ondas superficiales y electromagnéticas (se evalúa mediante la construcción de la primera V).

En la semana 5 se cumple un proceso de consultas por grupo, de carácter obligatorio, para la revisión y discusión de la segunda V por presentar, en la que cada grupo debe haber culminado los apartados: vértice, parte central, dominio conceptual. En esta misma semana, cada grupo desarrolla la práctica asignada durante un examen práctico teórico, cuya intencionalidad es indagar si los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales abordados en cada una de las prácticas de laboratorio desarrolladas con anterioridad a esta actividad fueron aprendidos significativamente, conformando un entramado conceptual para la transferencia y aplicación ante nuevas situaciones físicas.

Para estos fines se asignan actividades de laboratorio abiertas, relacionadas con las ondas longitudinales estacionarias en un resorte, vibraciones forzadas y resonancia y ondas estacionarias en un tubo abierto por ambos

extremos. Durante el desarrollo de ellas, los estudiantes han de decidir de qué manera deben abordar la situación problemática planteada, esbozada mediante el diagrama V, abordando las preguntas establecidas en la figura 3, desarrollando el diseño de investigación experimental que permitirá obtener la información necesaria y suficiente que los llevará a dar respuesta y solución a la pregunta y objetivos planteados.

En la semana 6 se desarrolla el proceso de socialización de resultados, mediante el cual los estudiantes por grupo realizan las presentaciones digitales de la segunda V. En esta etapa de la situación didáctica se promueve la metacognición como un proceso de reflexión y concientización del nivel de dominio de las habilidades investigativas por desarrollar, mediante la retroalimentación del proceso de investigación realizado y discusión de los resultados, lo que lleva a corregir los errores conceptuales o metodológicos derivados en la aplicación de la técnica.

Para fines de garantizar el uso efectivo de la propuesta, como complemento al diagrama V se establecen actividades de laboratorio dirigidas por el profesor bajo una praxis investigativa contextualizada; asimismo, se utilizan como organizadores previos una fundamentación teórica en formatos digitales, videos y entornos virtuales, para el caso en el que los estudiantes no cuenten con los subsunsores adecuados para dar significado al nuevo conocimiento, y compensar los conceptos, situaciones y aplicaciones de los fenómenos físicos que, por falta de tiempo, no son tratados en las clases presenciales. Por otro lado, los estudiantes en cada práctica son evaluados mediante cuestionarios con modalidad indivi-

dual, los cuales comprenden preguntas relacionadas con los conceptos físicos tratados en cada práctica, los elementos de la V como habilidades de investigación, así como los trabajos de laboratorio desarrollados, reforzando e integrando los conocimientos en construcción.

Técnicas e instrumentos para la recolección y el tratamiento de los datos

Para conocer la efectividad de la propuesta y evaluar la construcción y la socialización de los resultados por parte de los estudiantes, se aplicó un baremo, constituido por veintiocho ítems relacionados con los resultados de aprendizaje y redactados como indicadores de logro, organizado en seis dimensiones que se corresponden con los elementos del diagrama V: vértice, parte central, dominio conceptual, dominio metodológico, V de Gowin y normas para la elaboración de la V; las dos últimas dimensiones se incorporaron para valorar en forma general la apreciación del profesor en cuanto al desarrollo de la investigación realizada; esto es, si se vinculan en forma efectiva los elementos del dominio conceptual con los del dominio metodológico, se viabiliza la construcción de conocimientos relacionados con la práctica por evaluar, así como los criterios de elaboración por considerar para su construcción y presentación en formato digital.

Es de resaltar que se aplicó un proceso de validación del baremo por parte del grupo de investigadores del proyecto Condes CH-0583-10, el cual favoreció su aplicación. De igual manera, se realizó el estudio de confiabilidad, obteniéndose un alfa de Cronbach de 0.93, per-

mitiendo asegurar que como instrumento de recolección de datos produce resultados consistentes y coherentes, dada su alta confiabilidad (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Para procesar los datos recolectados, se realizó el análisis de frecuencias de las respuestas en función del nivel de dominio de las habilidades investigativas (alto, avanzado, medio, bajo e indeterminado) por parte de los estudiantes, y para confirmar que los porcentajes mostrados son irreversibles, se utilizó la estadística inferencial aplicando la prueba de rangos con signo o prueba de Wilcoxon, para datos emparejados, planteándose como hipótesis:

H0: no existen diferencias significativas entre cada una de las duplas de niveles de logro de las habilidades investigativas.

Ha: existen diferencias significativas entre cada una de las duplas de niveles de logro de las habilidades investigativas.

Para probar las hipótesis se trabajó con un nivel de confianza de 90 %, lo que significa que se acepta la hipótesis nula si la probabilidad del valor estandarizado Z obtenido (significado asintótico) es mayor o igual que 0.1; de lo contrario se rechaza la hipótesis nula.

Análisis y discusión de los resultados

A continuación, se discriminan los resultados por dimensiones del baremo.

Vértice: la figura 4 muestra que para el vértice la categoría alto tiene un mayor porcentaje con un valor de 67 %, seguido de la categoría

avanzado con 17 %, medio con 8 %, indeterminado con 8 % y bajo con 0 %. Resulta oportuno destacar que en este apartado no procede la prueba de Wilcoxon, dado que la dimensión se evaluó mediante un ítem.

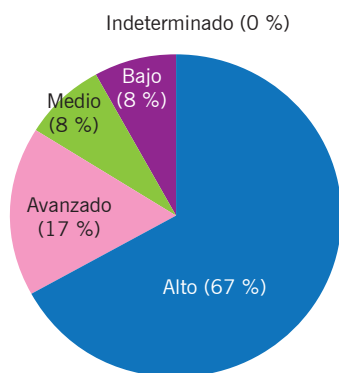
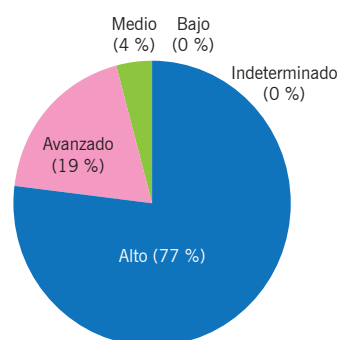


Figura 4. Frecuencia porcentual de respuestas por niveles de dominio de las habilidades investigativas. Dimensión vértice.

Fuente: elaboración propia.



Parte central: los resultados correspondientes a esta dimensión se ilustran en la figura 5. Desde el punto de vista de la estadística descriptiva, si se observa la figura 5.a, se establece que la categoría alto tiene un mayor porcentaje que las demás con 77 %, seguido de la categoría avanzado con 19 %, medio con 4 % y bajo e indeterminado con 0 %.

Tabla 1. Estadísticos de contraste (c): dimensión parte central

	Avanza- do-alto	Medio- alto	Bajo- alto	Indeter- minado -alto	Medio- avanza- do	Bajo- avanzado	Interme- dio-avan- zado	Bajo- medio	Indeter- minado -medio	Indeter- minado -bajo
Z	-1.826 (a)	-1.841 (a)	-1.826 (a)	-1.826 (a)	-1.289 (a)	-1.633 (a)	-1.633 (a)	-1.414 (a)	-1.414 (a)	.000 (b)
Sig. asintót. (bilateral)	.068	.066	.068	.068	.197	.102	.102	.157	.157	1.000
Aceptación de	Ha	Ha	Ha	Ha	HO	HO	HO	HO	HO	HO

Fuente: elaboración propia.

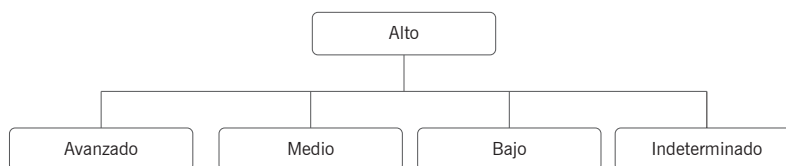


Figura 5. a) Frecuencia porcentual de respuestas por niveles de dominio de las habilidades investigativas. b) Jerarquía de los niveles de dominio de las habilidades investigativas. Dimensión parte central de la V de Gowin.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 1 muestra los estadísticos de contraste para realizar la prueba de hipótesis. Conforme con estos resultados, se observa que se rechaza la hipótesis nula para los pares de categorías: alto-avanzado/alto-medio/alto-bajo/alto-indeterminado. Lo que significa que existen diferencias significativas entre dichas categorías con un nivel de confianza de 90 %.

Por otro lado, la tabla 1 también muestra que se acepta la hipótesis nula para los pares de categorías señalados en avanzado-medio/avanzado-bajo/avanzado-indeterminado/medio-bajo/medio-indeterminado/indetermi-

nado-bajo, lo que quiere decir que no existen diferencias significativas entre estas categorías con un nivel de confianza de 90 %, es decir, son estadísticamente iguales.

La figura 5.b ilustra lo descrito hasta el momento, y a partir del diagrama de jerarquía, de los niveles de dominio se permite afirmar que para la parte central de la V de Gowin los estudiantes alcanzaron un nivel alto y que este resultado es irreversible.

Dominio conceptual: los resultados para el dominio conceptual de la V de Gowin se muestran en la figura 6.



Figura 6. a) Frecuencia porcentual de respuestas por niveles de dominio de las habilidades investigativas. b) Jerarquía de los niveles de dominio de las habilidades investigativas. Dimensión dominio conceptual.

Fuente: elaboración propia.

La figura 6 muestra que para dominio conceptual la categoría alto tiene un mayor porcentaje con un valor de 39 %, seguido de la categoría avanzado con 37 %, medio con 20 %, bajo con 4 % e indeterminado con 0 %. Para

confirmar el grado de reversibilidad de estos resultados, se aplicó nuevamente la prueba de hipótesis de Wilcoxon, cuyos estadísticos de contraste se evidencian en la tabla 2.

Según los resultados anteriores, se observa que se rechaza la hipótesis nula para los pares de categorías: alto-bajo/alto-indeterminado/avanzado-bajo/avanzado-indeterminado/medio-bajo/medio-indeterminado/indeterminado-bajo, lo que significa que existen diferencias significativas entre dichas categorías con un nivel de confianza de 90 %. Por otro lado, la tabla 2 también refleja que se acepta

la hipótesis nula para los pares de categorías: alto-avanzado/alto-medio/avanzado-medio, lo que establece que no existen diferencias significativas entre estas categorías con un nivel de confianza de 90 %, es decir, son estadísticamente iguales. La figura 6.b ilustra la jerarquía de los niveles de dominio de las habilidades investigativas conforme con el dominio conceptual.

Tabla 2. Estadísticos de contraste (c): dimensión dominio conceptual

	Avanza- do-alto	Medio- alto	Bajo- alto	Indeter- minado -alto	Medio- avanza- do	Bajo- avanzado	Interme- dio-avan- zado	Bajo- medio	Indeter- minado -medio	Indeter- minado -bajo
Z	-.184	-1.474(a)	-2.533 (a)	-2.533(a)	-1.207 (a)	-2.536 (a)	-2.555 (a)	-2.214 (a)	-2.555 (a)	2.000 (b)
Sig. asintót. (bilateral)	.854	.141	.011	.011	.227	.011	.011	.027	.011	.046
Aceptación de	HO	HO	Ha	Ha	HO	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha

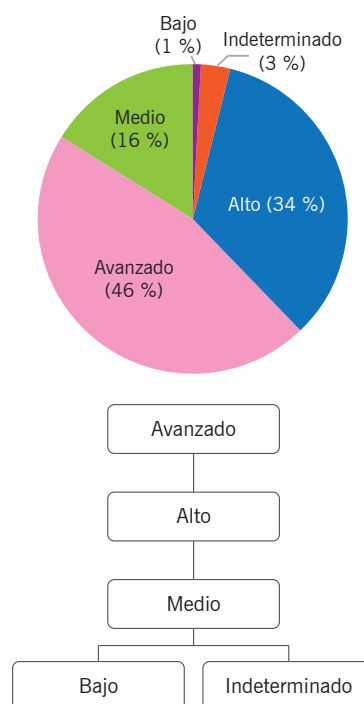
Fuente: elaboración propia.

De los anteriores resultados derivados de la prueba de Wilconxon, se permite afirmar que para el dominio conceptual de la V de Gowin los estudiantes alcanzaron un nivel alto, avanzado y medio, y que este resultado es irreversible.

Dominio metodológico: la figura 7.a muestra los resultados del dominio metodológico de la V de Gowin, observándose que la categoría avanzado tiene un mayor porcentaje con un valor de 46 %, seguido de la categoría alto con 34 %, medio con 16 %, indeterminado con 3 % y bajo con 1 %.

Figura 7. a) Frecuencia de respuestas por niveles de dominio de las habilidades investigativas. b) Jerarquía de los niveles de dominio de las habilidades investigativas. Dimensión dominio metodológico.

Fuente: elaboración propia.



Ahora bien, la tabla 3 muestra los estadísticos de contraste para realizar la prueba de hipótesis de Wilcoxon, observándose que se rechaza la hipótesis nula para los pares de categorías: alto-bajo/alto-avanzado/alto-medio/

alto-indeterminado/avanzado-medio/avanzado-bajo/avanzado-indeterminado/medio-bajo/medio-indeterminado, lo que significa que existen diferencias significativas entre dichas categorías con un nivel de confianza de 90 %.

Tabla 3. Estadísticos de contraste (c): dimensión dominio metodológico

	Avanza- do-alto	Medio- alto	Bajo- alto	Indeter- minado -alto	Medio- avanza- do	Bajo- avanzado	Interme- dio-avan- zado	Bajo- medio	Indeter- minado -medio	Indeter- minado -bajo
Z	-1.727	-1.695(b)	-2.820 (b)	-2.947(b)	-2.354 (b)	-2.955 (b)	-2.943 (b)	-2.323 (b)	-1.725 (a)	-1.000 (a)
Sig. asintót. (bilateral)	.084	.090	.005	.003	.019	.003	.003	.020	.084	.317
Aceptación de	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	HO

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la tabla 3 muestra que se acepta la hipótesis nula para los pares de categorías indeterminado-bajo; esto último nos señala que no existen diferencias significativas entre estas categorías con un nivel de confianza de 90 %, es decir, son estadísticamente iguales. La figura 7.b ilustra lo descrito hasta el momento. Los resultados de esta prueba de hipótesis permiten confirmar que para el dominio metodológico de la V de Gowin los estudian-

tes alcanzaron un nivel avanzado, siendo este resultado irreversible.

V de Gowin: en la figura 8.a se muestran gráficamente los resultados de la dimensión V de Gowin; de acuerdo con estos, se establece que la categoría alto tiene un mayor porcentaje con un valor de 59 %, seguido de la categoría avanzado con 33 %, medio con 8 %, bajo con 0 % e indeterminado con 0 %.

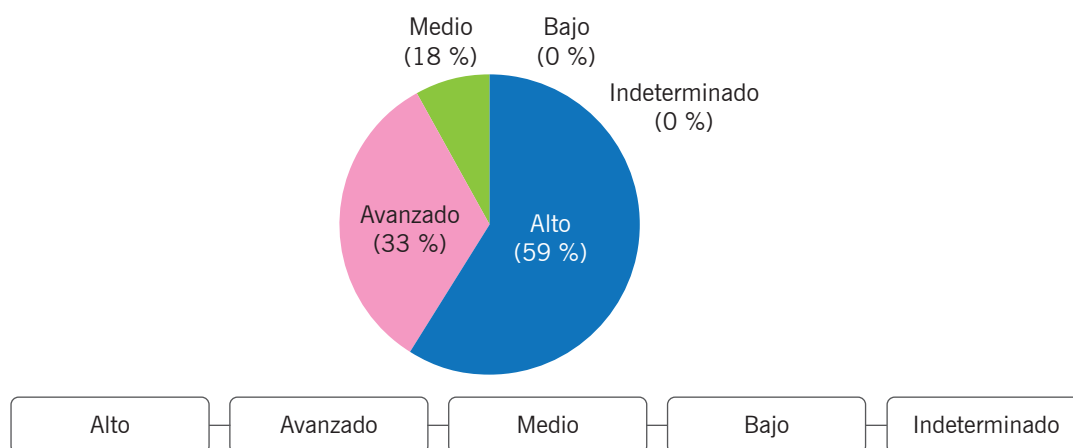


Figura 8. a) Frecuencia porcentual de respuestas por niveles de dominio de las habilidades investigativas. b) Jerarquía de los niveles de dominio de las habilidades investigativas. Dimensión V de Gowin.

Fuente: elaboración propia.

Los estadísticos de contraste correspondientes a este apartado de la V de Gowin se muestran en la tabla 4, la cual permite analizar si existe irreversibilidad de los resultados obtenidos conforme con las hipótesis planteadas.

Tabla 4. Estadísticos de contraste (c): dimensión V de Gowin

	Avanza- do-alto	Medio- alto	Bajo- alto	Indeter- minado -alto	Medio- avanza- do	Bajo- avanzado	Interme- dio-avan- zado	Bajo- medio	Indeter- minado -medio	Indeter- minado -bajo
Z	-1.414(a)	-1.414(a)	-1.414 (a)	-1.414(a)	-1.414(a)	-1.414(a)	-1.414(a)	-1.414 (a)	-1.414(a)	.000 (b)
Sig. asintót. (bilateral)	.157	.157	.157	.157	.157	.157	.157	.157	.157	1.000
Aceptación de	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO

Fuente: elaboración propia.

Sobre la base de los resultados anteriores se acepta la hipótesis nula para todos los pares de categorías; es decir que no existen diferencias significativas entre dichas categorías con un nivel de confianza de 90 %, por lo que son estadísticamente iguales. La figura 8.b ilustra lo descrito hasta el momento. Los resultados de este análisis evidencian que para el apartado V de Gowin los estudiantes alcanzaron un nivel alto; sin embargo, este resultado no es irreversible.

Normas para la elaboración de la V: los resultados correspondientes a las normas para la elaboración de la V de Gowin se ilustran en la figura 9.a, y muestran que para este apartado la categoría alto tiene un mayor porcentaje con un valor de 50 %, seguido de la categoría avanzado con 29 %, medio con 13 %, bajo con 8 % e indeterminado con 0 %.

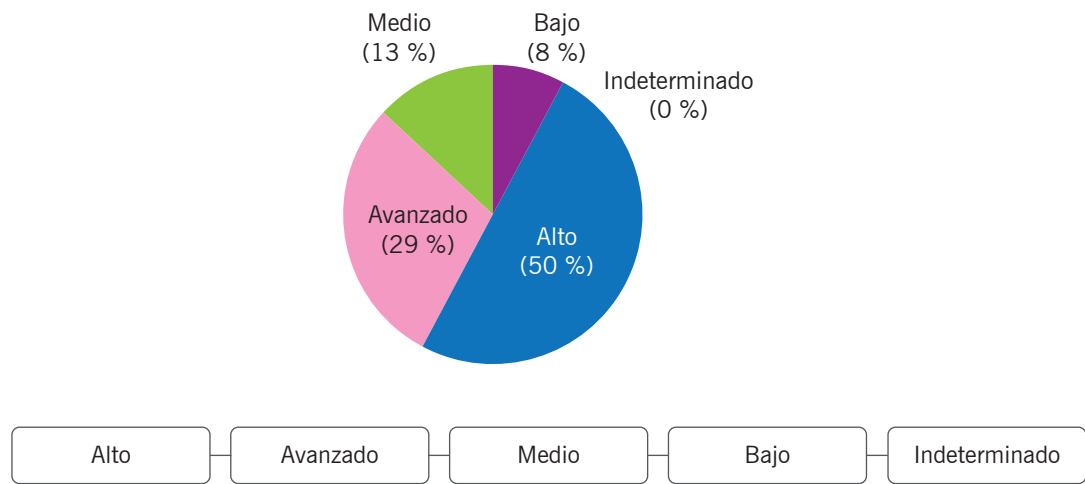


Figura 9. a) Frecuencia porcentual de respuestas por niveles de dominio de las habilidades investigativas. b) Jerarquía de los niveles de dominio de las habilidades investigativas. Dimensión normas para la elaboración de la V.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 5 muestra los estadísticos de contraste coxon con respecto a esta dimensión. para realizar la prueba de hipótesis de Wil-

Tabla 5. Estadísticos de contraste (c): dimensión normas para la elaboración de la V

	Avanza- do-alto	Medio- alto	Bajo- alto	Indeter- minado -alto	Medio- avanza- do	Bajo- avanzado	Interme- dio-avan- zado	Bajo- medio	Indeter- minado -medio	Indeter- minado -bajo
Z	-1.000(a)	-1.414(a)	-1.342 (a)	-1.342(a)	-1.342(a)	-.447(a)	-.447(a)	-1.000 (a)	-1.000(a)	-1.000 (b)
Sig. asintót. (bilateral)	.317	.157	.180	.180	.180	.655	.655	.317	.317	.317
Aceptación de	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse, la tabla 5 precisa que se acepta la hipótesis nula para todos los pares de categorías, es decir que no existen diferencias significativas entre dichas categorías con un nivel de confianza de 90 %, por lo que son estadísticamente iguales. Tal situación se ilustra mediante la figura 9.b. Los resultados de este análisis evidencian que para las normas de elaboración de la V, los estudiantes alcanzaron un nivel alto; sin embargo, este resultado no es irreversible.

Según las consideraciones anteriores, la tabla 6 resume las habilidades investigativas y los tipos de aprendizaje predominantes por elemento de la V de Gowin. Con relación al vértice, se establece un aprendizaje combinatorio, resaltando que, aun cuando los niveles de dominio de las habilidades correspondientes son altos, no se precisa ningún grado de reversibilidad.

Con respecto a las dimensiones parte central, dominio conceptual y dominio metodológico, son preponderantes los aprendizajes subordinados y superordenados, con carácter de

irreversibilidad para los niveles de dominio favorables a la propuesta, considerando como premisa la teoría del aprendizaje significativo, en la que el sujeto que aprende va diferenciando progresivamente y, al mismo tiempo, reconciliando integradamente los nuevos conocimientos en interacción con los ya existentes; esto es, la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son dos procesos simultáneos, característicos de la dinámica de la estructura cognitiva (Moreira, 2013). Asimismo, se evidencia la presencia del aprendizaje combinatorio.

Tabla 6. Tipos de aprendizaje significativo

Elemento	Habilidades investigativas buscadas	Aprendizaje predominante
Vértice	HCC: Observación/ síntesis	Combinatorio (no se precisa reversibilidad)
Parte central	HCC: Descripción/ síntesis	Diferenciación progresiva/recon- ciliación integra- dora/combinato- rio (irreversibles)

continúa

Elemento	Habilidades investigativas buscadas	Aprendizaje predominante
Dominio conceptual	HCC: Análisis/explicación/descripción/comparación/predicción/síntesis	Diferenciación progresiva/reconciliación integradora/combinatorio (irreversibles)
Dominio metodológico	HCP: Dominio técnico o destrezas manuales/comunicación oral y escrita HCC: Comparación/síntesis/explicación/evaluación/pensamiento crítico HCA: Valoración de las ciencias	Diferenciación progresiva/reconciliación integradora/combinatorio (irreversibles)
V de Gowin	HCC: Evaluación/síntesis/metacognición/pensamiento crítico HCP: Dominio técnico o destrezas manuales/comunicación oral y escrita	Diferenciación progresiva/reconciliación integradora/combinatorio (reversibles)
Normas de elaboración de la V	HCP: Comunicación oral y escrita	Combinatorio (reversibles)

Fuente: elaboración propia.

Lo referido anteriormente se justifica con lo enseñado en la figura 10, donde se establece mediante un mapa conceptual la jerarquía y las relaciones entre los elementos de investigación subyacentes en la construcción de las V de Gowin digitales elaboradas por los

estudiantes, lo que permite inferir un dominio progresivo en las habilidades de construcción conceptual, procedimental y actitudinales. Distingase la diferenciación progresiva (aprendizaje subordinado), la reconciliación integrativa (aprendizaje superordenado) y el aprendizaje combinatorio, expresado en las flechas descritas en la figura 1.

A los efectos de los resultados de reversibilidad, aun cuando prevalecieron los niveles altos y avanzado sobre los otros en el estudio de frecuencias, se establecen para el apartado V de Gowin simultaneidad en la diferenciación progresiva y reconciliación integradora, así como aprendizaje combinatorio, y en la dimensión normas de construcción del diagrama prevalece un aprendizaje combinatorio.

Se destaca, además, para el logro de estos resultados la intervención en la zona de desarrollo próximo de los estudiantes por parte del profesor, como la de los integrantes del resto del grupo; asimismo, resalta la importancia de mediar en el desarrollo psicosocial de los aprendices, a través del establecimiento de sentimientos de pertinencia con la tarea experimental desarrollada, incrementando en consecuencia su sentido de responsabilidad, de liderazgo y de participación en los trabajos en grupos, dentro de un contexto situado, relacionado con los campos de acción en que se desenvuelve un profesional en las áreas de la ingeniería.

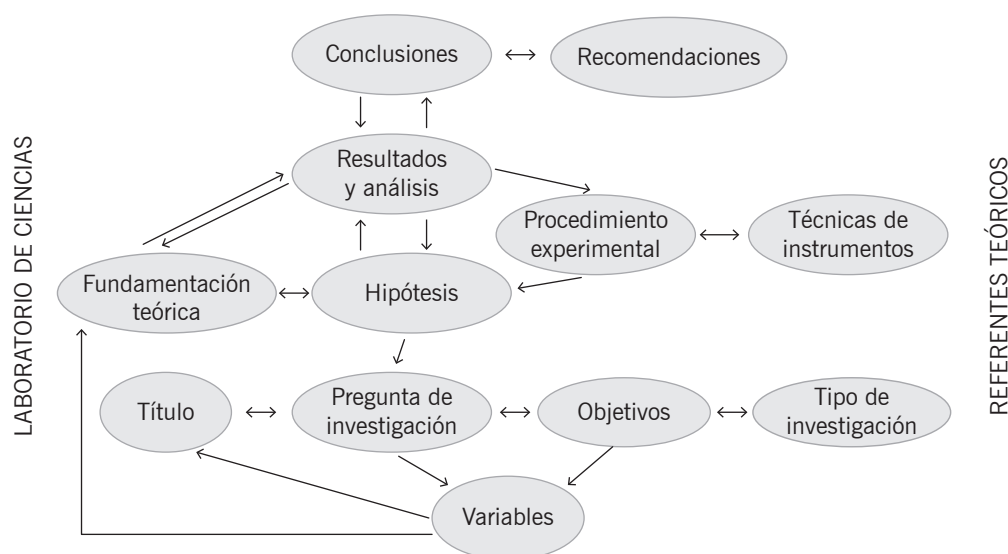


Figura 10. Jerarquización conceptual de los elementos de investigación según la perspectiva ausubeliana

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones finales

En el desarrollo de la situación didáctica durante un lapso de 6 semanas, se construyeron 2 V de Gowin; de los resultados y aplicación de la experiencia, se puede concluir que la mayoría de los grupos lograron vincular en forma efectiva los elementos del dominio conceptual con los del dominio metodológico, posibilitando la construcción de los conocimientos relacionados con la práctica por evaluar, así como el aprendizaje significativo y fomento de algunas de las habilidades investigativas enmarcadas en el perfil propuesto, dado el predominio de los aprendizajes superordenado, subordinado y combinatorio según sea el caso; de igual manera, se destaca que las V de Gowin elaboradas en formato digital, por grupos, se caracterizaron por una buena calidad, coherencia en la disposición de los elementos y los hipertextos utilizados.

Con referencia a lo anterior, y a los indicadores de logro establecidos en el baremo, la V de Gowin como mediador del aprendizaje experimental promueve habilidades cognitivas relacionadas con la identificación de conceptos, principios, leyes, teorías que subyacen en los acontecimientos físicos estudiados, así como la caracterización, análisis, explicación y evaluación de fenómenos y situaciones físicas tratadas; permite, además, detectar los procesos del aprendizaje significativo y de cómo están anclando, en la medida en que se fueron desarrollando las actividades de laboratorio.

De manera semejante, se evidenció un avance progresivo de las habilidades relacionadas con los elementos del lado derecho de la V, tales como registro y transformación de datos experimentales, selección de materiales, técnicas e instrumentos para la recolección y tratamiento de datos, construcción de tablas y gráficas, selección de diversas fuentes de información,

elaboración de referencias bibliográficas siguiendo una norma establecida, manejo de internet y procesadores de texto, elaboración de afirmaciones de conocimiento y de valor atendiendo a los criterios establecidos para su formulación, así como en las habilidades de construcción actitudinales relacionadas con la responsabilidad, la creatividad, el trabajo en equipo y el liderazgo y la valoración de las ciencias.

Por otro lado, se infiere que la situación didáctica permite fomentar el desarrollo del pensamiento crítico, mediante el uso de la V de Gowin, en virtud de que los estudiantes lograron procesar la información siguiendo una secuencia de diversas etapas, mediante las cuales el aprendiz observa, discrimina, formula, compara y contrasta hipótesis, categoriza, clasifica, ordena, aprende, comprende, practica y aplica la información que recibe en nuevas situaciones, lo que facilita el proceso de resolución de problemas y el aprendizaje significativo del conocimiento manejado, al reportar el trabajo de laboratorio desarrollado en cada práctica.

Adicionalmente, se destaca la importancia de la V de Gowin en el proceso de socialización de resultados, permitiendo a los estudiantes dar cuenta de todas las etapas de investigación en forma oral o escrita mediante un discurso pertinente y coherente, considerando las normas semánticas y sintácticas de la lengua.

Es de mencionar también que algunos grupos no manejaron significativamente algunas de las situaciones físicas involucradas, observándose que no hubo organización ni transferencia del conocimiento a otros contextos, percibiéndose una asimilación de los con-

ceptos en forma aislada, relacionados con las habilidades: construcción de la pregunta de investigación, formulación de objetivos, relación de variables, formulación de hipótesis, construcción del marco teórico, conclusiones o afirmaciones de conocimiento, dado que no lograron una organización, integración y transferencia en las ideas concebidas, manifestada en la ausencia de una diferenciación o reconciliación integrativa de los conceptos involucrados.

En este sentido, se logró implementar una herramienta heurística en el Laboratorio de Física III como medio para lograr aprendizajes significativos y cónsonos con el conocimiento científico, por lo que la V de Gowin pasa a sustituir el reporte de actividades tradicionales constituyéndose en un elemento innovador que propicia la integración de la teoría y la práctica, evitando el operativismo puro y ciego, al que se está acostumbrado a trabajar en los cursos tradicionales cuando se quiere solucionar algún problema, facilitando la organización de los procesos cognitivos implícitos en todo aprendizaje y la reestructuración del conocimiento.

Es de resaltar que durante la aplicación de la técnica inicialmente algunos estudiantes mostraron cierta resistencia a utilizarla. Tal resistencia pudo disminuirse en la medida en que estos se familiarizaban con su implementación, mostrando al final de la experiencia cierto grado de satisfacción por ella.

Resulta oportuno subrayar la importancia en la situación didáctica del uso de los organizadores previos (materiales didácticos en formatos digitales, videos alusivos al contenido de la práctica por desarrollar, los entor-

nos virtuales), las consultas por grupo para la revisión y discusión de cada V previa a la socialización de resultados, para promover la retroalimentación, corregir los errores conceptuales o metodológicos derivados en la aplicación de la técnica.

Por otro lado, se propone el uso del baremo de la V como instrumento de evaluación realizada por el mismo grupo, lo que les permitirá familiarizarse con sus elementos, los resultados del aprendizaje esperado, reconocer en qué puntos han avanzado y qué necesidades de aprendizaje deben cubrir. Desde esta óptica, el uso del diagrama heurístico y el baremo permiten que el estudiante se haga consciente de su proceso de aprendizaje y con ello se promueva la metacognición. Además, se recomienda a los estudiantes presentar el lado izquierdo de la V mediante mapas conceptuales para evitar la copia textual de cualquier información procedente de fuentes impresas o electrónicas y asegurar el aprendizaje significativo de los conceptos, principios, leyes y teorías involucrados en el marco teórico de la situación física estudiada.

Finalmente, se destaca que esta actividad se desarrolló bajo una modalidad de enseñanza mediante un aprendizaje cooperativo, logrando trabajar en la zona de desarrollo próximo de los estudiantes durante la realización de los trabajos de laboratorio y discusión de la V, esto permite la diferenciación progresiva entre los conceptos cotidianos y científicos y la consolidación de la construcción del conocimiento en los estudiantes, siguiendo las teorías de Johnson y Johnson (1979) y Vygotsky (1979).

Referencias bibliográficas

- Arrieta, X. (2003). *Propuesta y evaluación de un modelo para el desarrollo de las prácticas de física*. Maracaibo: Universidad del Zulia/Doctorado en Ciencias Humanas/Facultad de Humanidades y Educación.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Barolli, E., Laburú, C. y Marcela, V. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 88-110. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART6_VOL9_N1.pdf
- Comisión Central de Currículo (2007). Competencias genéricas de la Universidad del Zulia. Vicerrectorado Académico.
- De Pro, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/83200/108183>
- Escudero, C. y Moreira, M. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 61-68. Recuperado de http://www.uv.es/eees/archivos/Vgowin_inves
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Ecucatio Siglo XXI*, 24, 35-56. Recuperado de <http://revistas.um.es/educatio/article/view/152/135>
- Flores, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este

- complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-112. Recuperado de <http://www2.scie-lo.org/ve/pdf/ri/v33n68/art05.pdf>
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v11n2p197.pdf>
- Gil, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n2p155.pdf>
- Guerrero, M. (2007). Formación de habilidades para la investigación desde el pregrado. *Acta Colombiana de Psicología*, 10(2), 190-192. Recuperado de <http://regweb.ucatolica.edu.co/publicaciones/psicologia/ACTA/v10n2/articulosrevista/informacion%20institucional.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Jiménez, W. (2006). La formación investigativa y los procesos de investigación científico-tecnológicos en la Universidad Católica de Colombia. *Studiositas*, 1(1), 36-43. Recuperado de http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/1_33_reflexian.pdf
- Johnson, D. W. y Johnson, R. (1979). Conflict in the classroom. Controversy and learning. *Review of Educational Research*, 49, 52-70.
- Moreira, M. (2009). Aprendizaje significativo de las ciencias: condiciones de ocurrencia, progresividad y criticidad. Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el Campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Un espacio para la reflexión y el intercambio de experiencias. La Plata. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.612/ev.612.pdf
- Moreira, M. (2010). *Aprendizaje significativo crítico* (2.ª ed.) (trad. I. Greca y M. L. Rodríguez Palmero).
- Moreira, M. (2013). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? IV Congreso Internacional Multidisciplinario: Educación e investigación. Multiversidad Latinoamericana de Sistema Educativo Valladolid. Recuperado de http://www.google.co.ve/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcongresointernacionalmultidisciplinario.com.mx%2F2013%2Fdownload_data.php%3Fdata%3DmemoriasCIM2013.pdf&ei=OLVuUve6H4aSkQfrroG4AQ&usg=AFQjCNHV5EZmeI4lG4VzCMiaMnMBI_fP6Q&sig2=-4G24AsyM1JnTI2_H9bRTaA&bv=55123115,d.eW0
- Moreno, M. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe. España y Portugal. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/551/55130152.pdf>
- Novak, J. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Madrid: Martínez-Roca.
- Pozo, J. y Gómez, M. (2000). *Aprender y enseñar ciencia* (2.ª ed.). Madrid: Morata.
- Rivera, M., Arango, L., Torres, C., Salgado, R., Gil, F. y Caña L. (2009). *Competencias para la investigación. Desarrollo de habilidades cognitivas*. México: Trillas.
- Silva, R. (2011). La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y

- cooperativo en Blended Learning. Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos. Fundación Dialnet. Recuperado de <http://dspace.ubu.es:8080/tesis/handle/10259/167>
- Tenaglia, M., Bertelle, A., Martínez, J., Ocha, A., Fernández, M., Lucca, G., Bustamante, A., Dillon, M. y Distéfano, M. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(1). Recuperado de <http://www.rieoei.org/expe/3367Tenaglia.pdf>
- Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (3.ª ed.). Bogotá: Ecoe ediciones.
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.